



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Propuesta metodológica para la resolución de ideas
alternativas de la tercera ley de Newton

Autor/es

MIGUEL GAJATE SANTAMARÍA

Director/es

IRENE BAÑOS ARRIBAS

Facultad

Escuela de Máster y Doctorado de la Universidad de La Rioja

Titulación

Máster Universitario de Profesorado, especialidad Física y Química

Departamento

QUÍMICA

Curso académico

2019-20



Propuesta metodológica para la resolución de ideas alternativas de la tercera ley de Newton, de MIGUEL GAJATE SANTAMARÍA

(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported.

Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.

© El autor, 2020

© Universidad de La Rioja, 2020

publicaciones.unirioja.es

E-mail: publicaciones@unirioja.es

Trabajo de Fin de Máster

Propuesta metodológica para la resolución de ideas alternativas de la tercera ley de Newton

Autor

Miguel Gajate Santamaría

Tutora: Irene Baños Arribas

Máster:

Máster en Profesorado, Física y Química (M02A)

Escuela de Máster y Doctorado



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

AÑO ACADÉMICO: 2019/2020

ÍNDICE

RESUMEN	5
ABSTRACT	5
1.- INTRODUCCIÓN.....	1
2.- OBJETIVOS.....	4
3.- MARCO TEÓRICO.....	6
4.- PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DIDÁCTICA	10
6.- DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	22
7.- REFERENCIAS	24

RESUMEN

Las ideas alternativas siguen siendo a día de hoy uno de los mayores problemas a los que se enfrenta la educación de las ciencias, pero se hace aún más notorio en el campo de la mecánica donde los alumnos llegan a clase con una gran cantidad de ideas previas, es por ello por lo que este trabajo pretende proporcionar una metodología para la enseñanza de la tercera ley de Newton cuyo eje principal es que toda fuerza tiene asociada una reacción y por lo tanto debe ser tomada en cuenta. De este modo se logran superar los errores conceptuales asociados con esta ley.

ABSTRACT

Still today, alternative ideas continue to be one of the biggest problems faced by science teaching, but it becomes even more acute in the field of mechanics in which students often come to class with a large number of preconceived ideas. That is why this study seeks to provide an approach for teaching Newton's Third Law of motion whose key idea is that every force has an equal and opposite reaction and that this should therefore be taken into account. In this way it will be possible to overcome the conceptual errors associated with this law.

1.- INTRODUCCIÓN

Durante mucho tiempo, la enseñanza de los conceptos teóricos en el área de las ciencias naturales preocupó bastante menos que la resolución de los problemas o la realización de prácticas de laboratorio, esto era debido en parte a que las respuestas de los alumnos en los exámenes con respecto a las preguntas teóricas tenían mejores puntuaciones que los problemas o ejercicios planteados. Cabía preguntarse si realmente el alumnado había conseguido entender los conceptos teóricos si no era capaz de aplicarlos a las situaciones físicas que se le planteaban.

Estudios como la tesis doctoral de Laurence Viennot (1979) cuestionaban la efectividad de los resultados aun cuando estos parecían más favorables. Este estudio puso de manifiesto que en muchos casos ni siquiera se había conseguido comprender los conceptos físicos más básicos y que además el individuo daba las respuestas con bastante seguridad en base a ciertas ideas que tenía.

A raíz de este estudio nació una potente línea de investigación a partir de los años 80 que se denominaría *errores conceptuales* y más tarde pasó a llamarse *ideas alternativas* que son como se conocen hoy en día. Esto atrajo la atención a una gran cantidad de docentes. Las ideas alternativas tienen una serie de características comunes a los individuos como por ejemplo, suelen ser respuestas rápidas o ir en contra de los conocimientos científicos.

A finales del siglo 20, autores como Carrascosa (1985) además de los errores conceptuales también entendían que existían una serie de ideas alternativas que son aquellas que llevan a cometer estos errores y se les denominaron concepciones alternativas constituyendo un gran obstáculo para el aprendizaje de las ciencias naturales.

La mecánica es, sin lugar a dudas, el área de la física donde más se ha centrado la atención con una gran cantidad de literatura al respecto (Mc Dermott 1984; Sebastiá, 1984; Fernández, 1987; Acevedo, 1989). El origen del que proceden estas ideas alternativas se puede encontrar en la influencia que tiene

el alumnado en su experiencia con el mundo real o el lenguaje cotidiano en el que se usan conceptos científicos que generalmente distan mucho de su significado científico real.

En la mecánica y en concreto en las tres leyes de Newton del movimiento se encuentran numerosos ejemplos que demuestran que los alumnos no las han conseguido comprender adecuadamente y por lo tanto persisten los errores conceptuales. Por ejemplo, se relaciona la fuerza y la velocidad de manera proporcional $\vec{F} \propto \vec{v}$ de modo que para el alumnado es necesario una fuerza para que exista cualquier tipo de movimiento.

Es interesante señalar que existe un paralelismo entre las ideas históricas y las de los alumnos con el concepto de fuerza. En el campo de la mecánica existen, Según Harres (2005) cinco niveles de la concepción de fuerza:

- Aristotélica: el reposo es el estado natural de los cuerpos y debido al rozamiento con el aire, un objeto en movimiento va perdiendo su velocidad hasta que finalmente se para.
- Medieval inicial: la fuerza que se le imprime a un cuerpo va disminuyendo progresivamente.
- Medieval Mixta: La fuerza impresa se va perdiendo debido al rozamiento.
- Medieval pre-inercial: tanto la fuerza impresa inicialmente como el rozamiento actúan simultáneamente.
- Inercial: Los cuerpos no necesitan de fuerza para mantener su movimiento. El estado natural de los cuerpos es el reposo o el movimiento uniforme (con velocidad constante).

Se denominan concepciones intermedias a todas aquellas ideas que tienen los alumnos sobre fuerza que no se encuentran en uno de los extremos, es decir, cualquiera de las tres etapas medievales.

Ante este escenario, es misión del docente buscar cual es la concepción que tienen sus alumnos sobre el concepto de fuerza a partir de diferentes estrategias como por ejemplo un examen diagnóstico o un cuestionario.

Conocer las diferentes etapas por las que puede pasar un alumno en su comprensión del concepto de fuerza quizás ayude a entender mejor por qué es un concepto que cuesta tanto comprender. La fuerza es un concepto que el alumno va construyendo mediante sus propias experiencias y por lo tanto lo interpreta a su manera. Cuando se enseña el concepto de fuerza desde un punto de vista formal (en clase de física) implica que el alumno tenga que cambiar el paradigma y esto conlleva un enorme esfuerzo.

A la vista de esta situación, es necesario proporcionar herramientas para conseguir realmente un aprendizaje significativo y prevenir así las ideas alternativas que puedan darse. En este trabajo se proporciona una sencilla metodología para la enseñanza de la tercera ley de Newton donde existen una serie de ideas alternativas que son consecuencia de que ésta es poco o nada utilizada en la resolución de los problemas.

2.- OBJETIVOS

El objetivo principal que se busca con este trabajo de fin de master es realizar una aportación para conseguir eliminar algunas de las ideas alternativas que tienen los alumnos a la hora de aplicar la tercera ley de Newton.

La tercera ley de Newton permite conocer las interacciones que se dan entre dos cuerpos para poder establecer la fuerza que recibe cada uno. A pesar de la sencillez de esta ley, genera una gran confusión entre los estudiantes. Uno de los errores que más se repiten es la creencia generalizada de que la fuerza peso y la fuerza normal son una pareja acción y reacción. Pero este no es el único error que existe en torno a esta ley, también se pueden encontrar errores de concepto en ejercicios que involucran cuerdas ya que no saben ubicar correctamente la pareja acción y reacción (Soler Ruiz, 2016). En general, el problema de que persistan estas ideas es que no suele prestarse la atención necesaria cuando el profesor resuelve ejercicios y problemas ante el alumnado produciendo que los alumnos la acaben olvidando.

Por ello, este trabajo pretende proporcionar un nuevo enfoque a la hora de realizar los problemas en los que intervienen las leyes de Newton, enfocándose en que toda fuerza lleva asociada una pareja y es por ello de vital importancia que esta se utilice con la misma frecuencia como se utilizan las otras dos leyes.

3.- MARCO TEÓRICO

El proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales posee una gran cantidad de obstáculos para el aprendizaje significativo como por ejemplo la falta de motivación del estudiantado, la dificultad que poseen, relacionar lo estudiado en clase y el mundo real como algo muy distante entre si y la utilización de las matemáticas (Solbes, Montserrat y Furió, 2007).

Por otro lado, el aprendizaje se produce como una interacción entre lo que el profesor dice en clase y los conocimientos que posee el alumno ante un determinado fenómeno físico que ya tenía establecidos antes de que el profesor lo explicara, es decir, el alumno no es una tabula rasa que el profesor puede ir modelando desde cero. Esto conduce al alumno a un conflicto entre los nuevos conocimientos y los que traía consigo antes. En el caso de que estos nuevos conocimientos expliquen adecuadamente lo que él ha observado con anterioridad, los podrá ir asimilando poco a poco y desechando los antiguos.

Por lo tanto, si el alumno no ha conseguido asimilar los conocimientos proporcionados por el profesor, persistirán en el las denominadas ideas alternativas aunque también se conoce bajo el nombre de esquemas alternativos o conceptos alternativos y poseen una serie de características comunes entre los distintos individuos (Carrascosa, 1985):

- Se repiten continuamente entre los distintos niveles educativos.
- Se hallan asociados a una interpretación personal que generalmente es contraria al conocimiento científico.
- Suelen ser respuesta rápidas y sin dudar.
- Son equivocaciones que se cometen por un gran número de alumnos e incluso de algunos profesores.
- Constituyen un esquema conceptual coherente, con amplio poder explicativo.
- Son muy resistentes al cambio.

Algunas de las ideas alternativas más repetidas en la enseñanza de las ciencias, a modo ilustrativo son:

- Un bloque se encuentra en reposo en un plano inclinado debido a que el propio bloque realiza una fuerza para no caer.
- Para que un objeto se encuentre en movimiento necesita tener comunicada una fuerza.
- La corriente eléctrica se va perdiendo a medida que fluye por el circuito eléctrico.

Estos y otros muchos más constituyen un conocimiento con el que el alumnado llega a clase y que es generalmente contrario al científico.

El origen de estas ideas que provocan conocimientos pre-científicos en los alumnos se pueden explicar mediante diversos factores:

- Se construyen desde la infancia en donde se interpreta la realidad de una manera personal. En esta etapa surgen ideas como el animismo (se atribuye vida a objetos que no la tienen).
- En general, el alumnado tiende a explicar los fenómenos que observa mediante leyes muy específicas en vez de buscar una explicación general que satisfaga un gran conjunto de observaciones. Incluso pueden existir contradicciones en sus explicaciones.
- El alumnado suele tener dificultad para el razonamiento abstracto. Esta dificultad explica el punto anterior.
- Uno de los puntos que quizás más afecten al estudiantado es el lenguaje común y cotidiano el que ejerce una mayor influencia en la creación de las ideas alternativas. La radio, la televisión, la prensa, las relaciones sociales, etc. están continuamente utilizando términos científicos sin la precisión que estos requieren. Expresiones como “el mar contiene calor” crea una imagen distorsionada de la realidad en el alumno.

Para conseguir que un alumno descarte la idea errónea que tenía preestablecida y sea sustituida por lo que pretende el profesor es necesario que se cumplan una serie de características (Solis, 1984):

- El alumno debe sentir insatisfacción con las ideas previas y para ello deben existir una serie de anomalías en sus interpretaciones personales de la realidad.
- La nueva idea, dictada por el profesor, debe ser inteligible. El alumno debe comprender toda la terminología y simbología asociada y debe estructurar de forma coherente la nueva información.
- La nueva idea debe ser para el alumno verosímil, es decir, esta nueva idea debe estar en sintonía con las observaciones realizadas por el alumno.
- Por último, la nueva idea debe ser útil y ayudarle a resolver las diferentes cuestiones que se le puedan presentar en la observación del mundo.

En resumen, para conseguir que un alumno descarte una idea preestablecida por otra, la nueva idea debe ser inteligible, verosímil y útil.

Actualmente, existe una gran cantidad de literatura científica relacionada con los errores conceptuales explicando sus características, orígenes, etc. pero es más complicado encontrar artículos donde expliquen estrategias para conseguir que el alumnado consiga entender los conceptos científicos. Es por ello por lo que este trabajo pretende proporcionar una herramienta para explicar la tercera ley de Newton.

4.- PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DIDÁCTICA

La tercera ley de Newton permite estudiar las interacciones que existen entre dos cuerpos para poder establecer de este modo las fuerzas que actúan sobre ellos. La fuerza que ejerce el cuerpo *A* sobre el cuerpo *B* es respondida con otra fuerza de la misma magnitud pero de sentido opuesto por el cuerpo *B* sobre el *A*.

A pesar de ser un enunciado tan simple, causa una gran dificultad a la hora de ser aplicada por los estudiantes. Son varios los ejemplos que se mostrarán a continuación donde el alumno siente una gran confusión o simplemente está equivocado sobre las ideas que tiene al respecto de esta ley.

Existe un error generalizado entre los estudiantes con respecto a que las fuerzas peso y normal son una pareja de acción y reacción. El origen de este problema yace en que generalmente se omiten todas las fuerzas que intervienen en el problema dado que no se van a aplicar posteriormente en la segunda ley de Newton. Un ejemplo típico del diagrama de cuerpo libre de una caja que está apoyada sobre el suelo suele ser dibujado por la gran mayoría de estudiantes como se muestra a continuación (imagen 1):

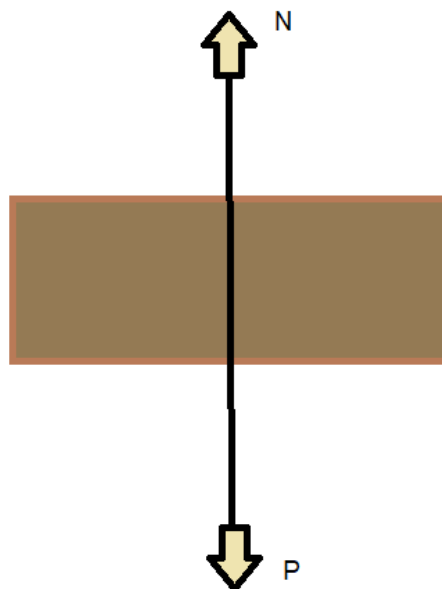


Imagen 1.- Diagrama de fuerzas de un bloque apoyado sobre una mesa.

En esta imagen se puede apreciar que únicamente intervienen dos fuerzas: el peso P y la normal N y esto crea una imagen en el estudiante de que ambas fuerzas son la pareja de acción y reacción que indica la tercera ley debido a que cumplen con las características: son de la misma magnitud debido a que $\sum F_y = 0 \rightarrow N - P = 0 \rightarrow N = P$ y además poseen sentidos opuestos. El fallo en la visión del estudiantado es que las fuerzas que creen que es la pareja de fuerzas se encuentran ubicadas sobre el mismo cuerpo.

En la metodología que se propondrá más tarde, después de analizar de forma breve los errores más comunes, se deben dibujar todas las fuerzas que intervienen en el ejercicio.

El diagrama de cuerpo libre que se propondría para este ejemplo sería el siguiente:

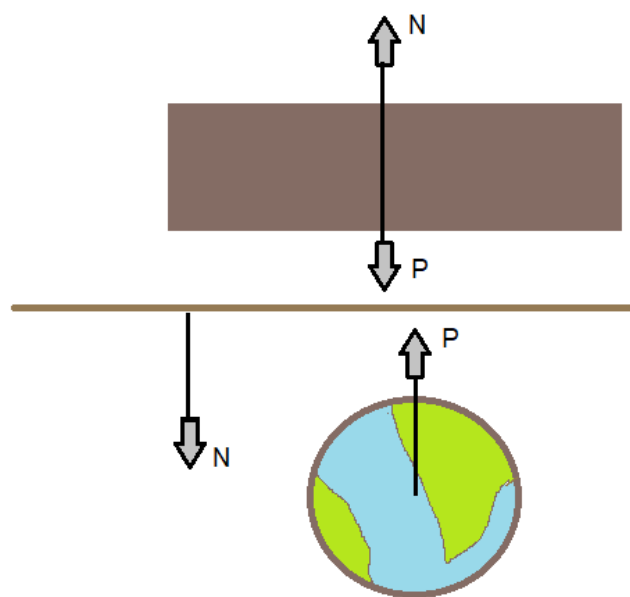


Imagen 2.- Diagrama de cuerpo libre para un sistema formado por un bloque, el suelo y la tierra.

Como se puede apreciar en la ilustración anterior (imagen 2), se han tomado en cuenta todos los cuerpos que intervienen en el sistema y se han dibujado todos los pares acción-reacción. Por un lado se encuentra el bloque sobre el que actúan dos fuerzas, por un lado la fuerza peso P que corresponde a la interacción entre la tierra y el bloque y por el otro la interacción entre el suelo y el bloque representada mediante la fuerza normal N . Si el profesor resolviera de esta manera los ejercicios, este error no sería cometido por los estudiantes pues

tendrían una visión clara de cómo se produce esta interacción y cuáles son las parejas acción-reacción.

Otro error muy común se presenta cuando aparecen cuerdas tensadas, apareciendo la fuerza de tensión, un ejemplo muy común de una situación que involucra cuerdas tensadas es el siguiente (imagen 3):

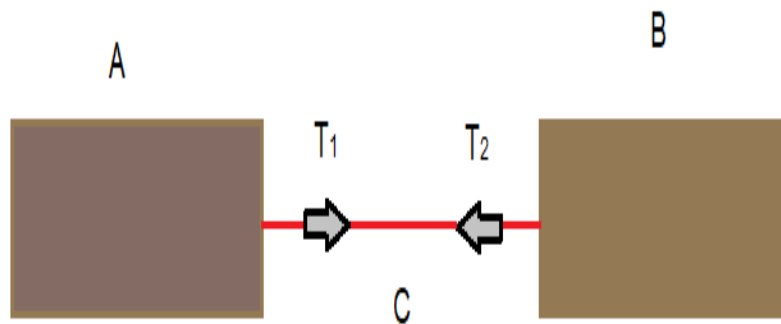


Imagen 3.- Diagrama de cuerpo para dos cuerpos unidos mediante una cuerda tensada.

En este diagrama de cuerpo libre se puede observar que existen dos bloques *A* y *B* que se encuentran unidos mediante una cuerda de masa despreciable y tensionada *C*. Un alumno pensaría que las tensiones T_1 y T_2 son la pareja de acción y reacción debido a que como ocurría con el ejemplo anterior del bloque sobre el suelo, las dos tensiones poseen la misma magnitud, de sentidos opuestos y además se encuentran sobre diferentes cuerpos. El problema radica en que en realidad los pares de fuerzas aparecen sobre la cuerda, es decir, como se muestra a continuación:

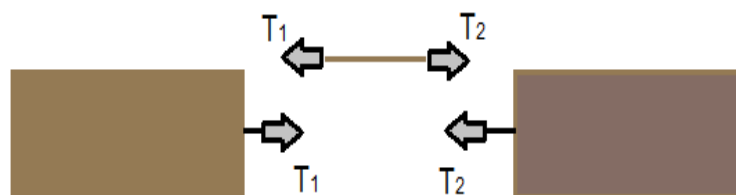


Imagen 4.- Diagrama de cuerpo libre para dos objetos unidos por una cuerda.

Como se puede observar en la imagen 4, si se separan los cuerpos de forma independiente y se analizan todas las fuerzas que intervienen sobre cada uno de ellos, aun cuando las fuerzas no sean necesarias para obtener el resultado final, se conseguirá que el alumno no adquiera errores de concepto más adelante.

Si se aumenta un poco la dificultad de las ilustraciones anteriores (imágenes 3 y 4), se puede encontrar una situación como la que se muestra a continuación (imagen 5):

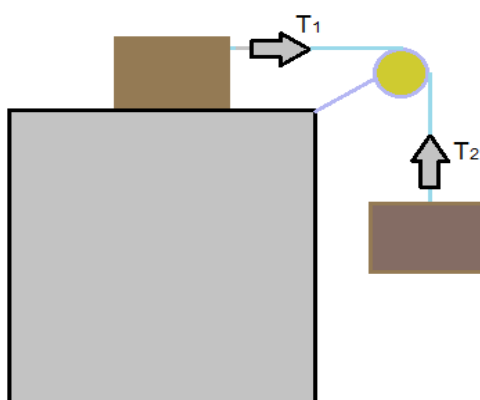


Imagen 5.- Diagrama de cuerpo libre para dos bloques unidos por una cuerda que pasa por una polea.

En este punto, el alumno no sabría ubicar adecuadamente las fuerzas de acción y reacción debido a que a pesar de que ambas tensiones poseen la misma magnitud (debido a que la cuerda es de masa despreciable) estas son perpendiculares

Seguramente, el alumnado en general tuviera éxito en la resolución de ejercicios de este tipo pero cabría preguntarse si efectivamente el alumno tiene conocimiento de lo que está haciendo o es más bien porque ha realizado anteriormente ejercicios similares y los resuelve de manera algorítmica.

Por último, otra de las grandes dificultades presentes en los alumnos es el relacionado con la fuerza de fricción. Esta fuerza aparece siempre en el sentido opuesto al movimiento y por lo tanto si un bloque se mueve hacia la derecha

sobre una superficie horizontal debido a una fuerza F , aparece una fuerza de fricción f hacia la izquierda como se muestra en la siguiente ilustración:

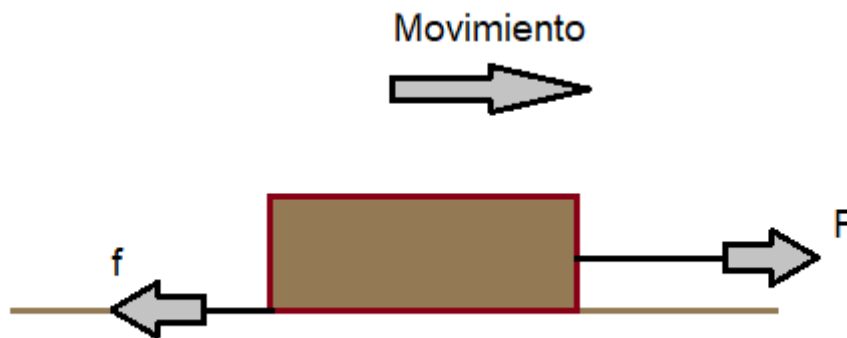


Imagen 6.- Diagrama de un cuerpo libre desplazándose hacia la derecha sobre un suelo rugoso.

En general, este tipo de ejercicios no presentan ningún tipo de dificultad debido a que sigue rigurosamente con la explicación aportada por el profesor: el bloque se mueve hacia la derecha y aparece una fuerza de fricción f hacia la izquierda.

Si se aumenta un poco la dificultad, ubicando dos bloques A y B , uno encima del otro y sobre el que está ubicado en la parte de abajo se aplica una fuerza horizontal F existiendo fricción entre todas las superficies, el diagrama de cuerpo libre proporcionado por la mayoría de los alumnos sería el siguiente (imagen 7):

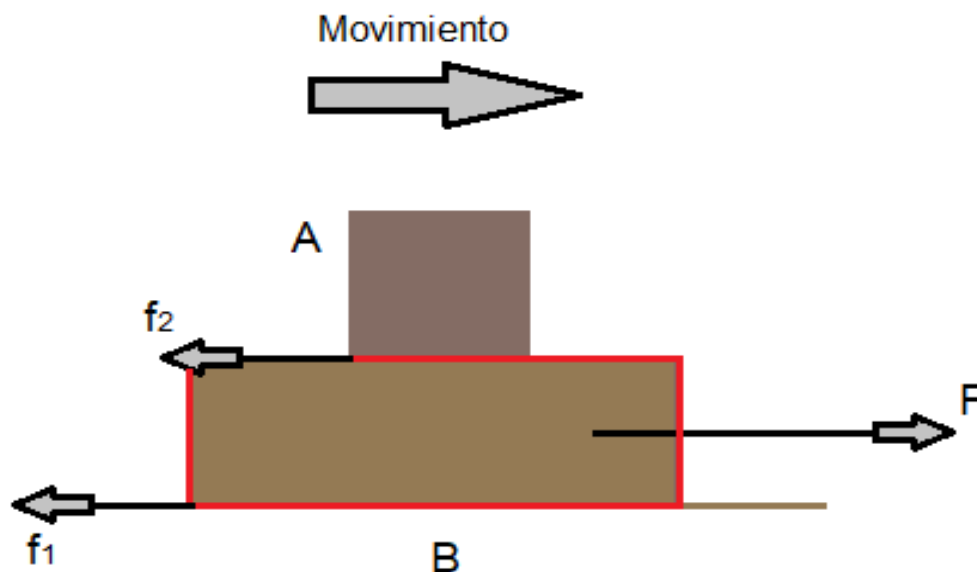


Imagen 7.- Diagrama de cuerpo libre de dos bloques uno encima del otro. El bloque inferior se mueve hacia la derecha cuando se le aplica una fuerza F sobre el.

La respuesta aportada por el alumno sigue escrupulosamente las explicaciones aportadas por el profesor pero resulta incorrecto debido a que la fuerza de rozamiento f_2 debería aparecer en el sentido opuesto.

El modelo correcto del diagrama del cuerpo libre es el siguiente:

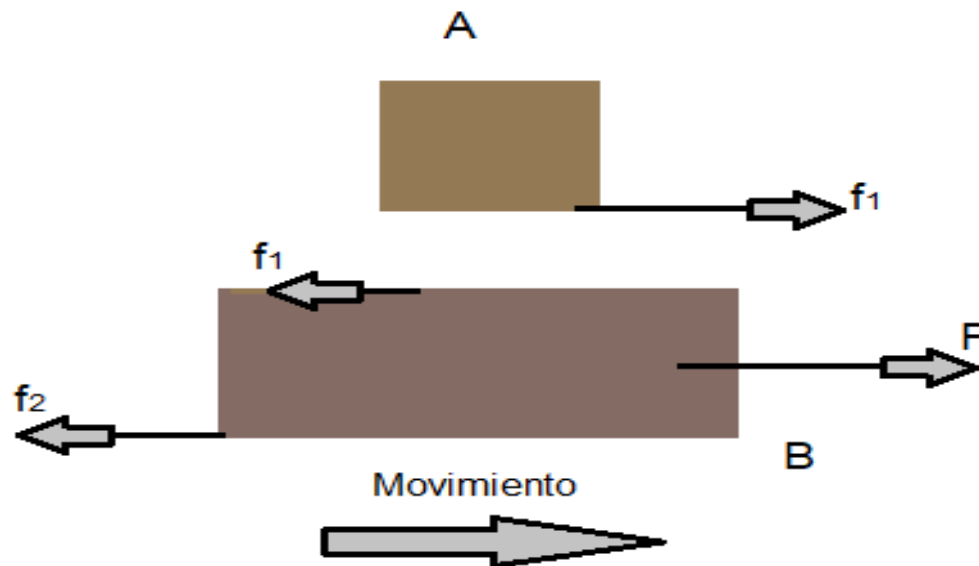


Imagen 8.- Diagrama de cuerpo libre de cada bloque por separado.

La explicación radica en que el bloque inferior se mueve hacia la derecha debido a la fuerza F y aparece la fuerza de rozamiento f_2 en sentido opuesto al movimiento. La acción que el bloque inferior ejerce sobre el bloque superior es representada mediante la fuerza de rozamiento f_1 y por la tercera ley de Newton aparece su reacción sobre el bloque inferior como f_1 en sentido opuesto.

Se puede apreciar que la fuerza de rozamiento f_1 aparece como pareja aplicada sobre distintos cuerpos, de la misma magnitud y de sentidos opuestos. Se observa que ha sido necesario utilizar la tercera ley de Newton para conseguir el diagrama de cuerpo correcto.

Debido a que generalmente solo se dibujan las fuerzas que son necesarias para aplicar la segunda ley de Newton y se obvian el resto, conduce a que los alumnos acaben por olvidar la tercera ley para aplicar en los ejercicios.

Para terminar con la fuerza de rozamiento se mostrara el siguiente ejemplo de un coche que se mueve hacia la derecha (imagen 9):

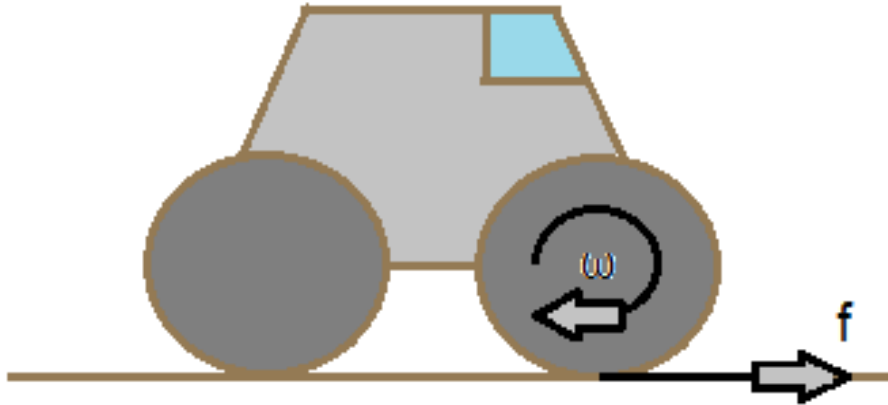


Imagen 9.- Diagrama de cuerpo libre para la rueda de un vehículo.

En este ejemplo, la fuerza de rozamiento aparece en el mismo sentido que el movimiento y se puede explicar mediante la tercera ley de Newton. La rueda ejerce una fuerza hacia la izquierda sobre el suelo en tanto que el suelo responder con la misma fuerza f en sentido opuesto.

A la vista de estos ejemplos se hace necesario que el alumnado tenga una comprensión muy clara de la tercera ley de Newton.

El punto fuerte de este trabajo de fin de master es la concreción de que toda fuerza tiene asociada una pareja y por lo tanto debe ser dibujada en el diagrama de cuerpo libre aunque no se vaya a utilizar posteriormente para la resolución del problema. A continuación se muestran cuáles son los pasos a seguir:

- Una vez que se tiene un esbozo del problema, se deben separar los diferentes cuerpos que interactúan.
- Sobre cada cuerpo se debe dibujar cada una de las fuerzas que actúan sobre él aun cuando no sean necesarias.
- Escribir en una tabla la fuerza que actúa sobre cada cuerpo y una vez finalizada, observar que todas las fuerzas tienen su pareja. En caso contrario, alguna fuerza ha sido olvidada y deben ser revisados los diagramas.

A continuación se mostrará mediante un ejemplo práctico la resolución de un problema “típico” mediante esta metodología.

El ejemplo propuesto es el siguiente: un bloque A descansa sobre una cuña C con cierta inclinación sobre la horizontal α que se encuentra sobre el suelo S . Además existe fricción entre la cuña y el bloque. (Se ha dibujado la tierra T debido a que interactúa con todos los cuerpos).

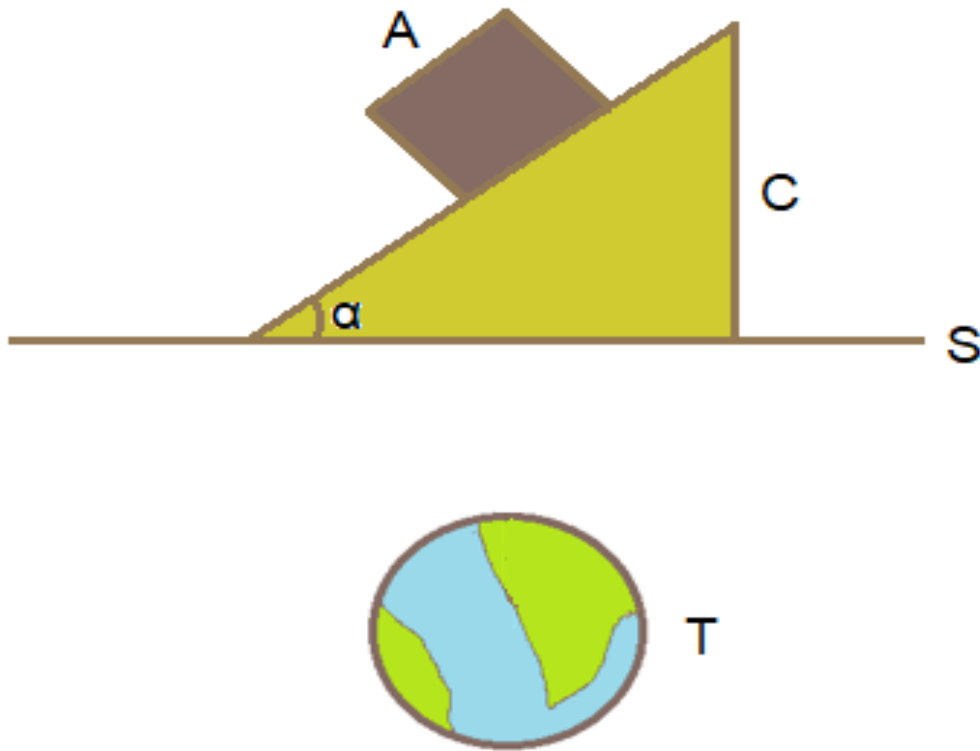


Imagen 10.- ilustración del ejemplo propuesto.

Se comienza dibujando cada uno de los cuerpos por separado y realizando el diagrama de cuerpo libre sobre cada uno de ellos.

Se comenzara con el diagrama de cuerpo libre para el bloque A (imagen 11):

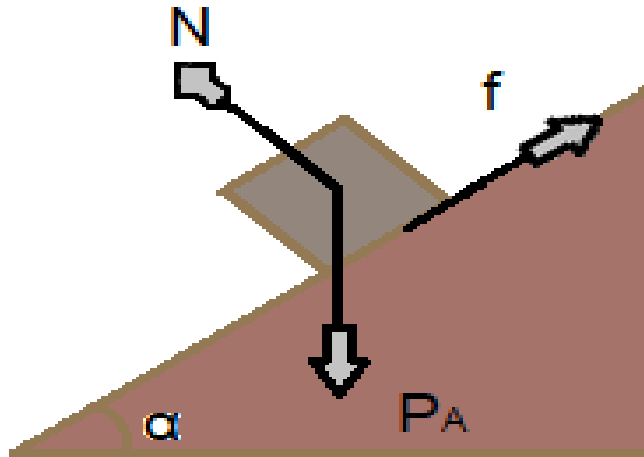


Imagen 11.- Diagrama de cuerpo libre para el bloque A.

Sobre este cuerpo van a actuar tres fuerzas, en primer lugar el peso P_A debido a la interacción con la tierra, la fuerza de rozamiento f entre el bloque y la cuña y por último la fuerza de contacto entre el bloque y la cuña N .

Generalmente, es este el único cuerpo del que interesa hacer el diagrama de cuerpo libre y por lo tanto aquí se suele finalizar con el problema.

En la siguiente imagen se muestra el diagrama de cuerpo libre para la cuña C (Imagen 12):

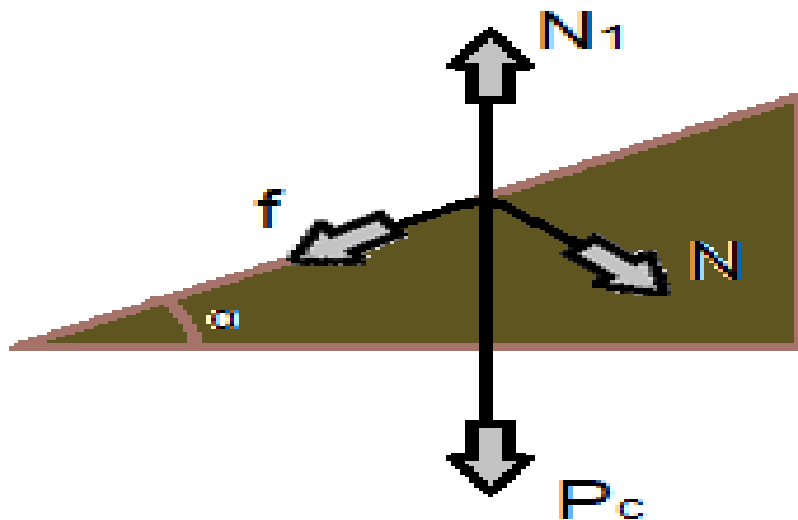


Imagen 12.- Diagrama de cuerpo libre para la cuña C.

Las fuerzas que actúan sobre la cuña son su propio peso P_C , la reacción a la fuerza de rozamiento f que actúa sobre el bloque, la reacción a la normal N del bloque y la fuerza de contacto entre el bloque y el suelo N_1 .

En tercer lugar se dibujaran las fuerzas que actúan sobre el suelo S (imagen 13):

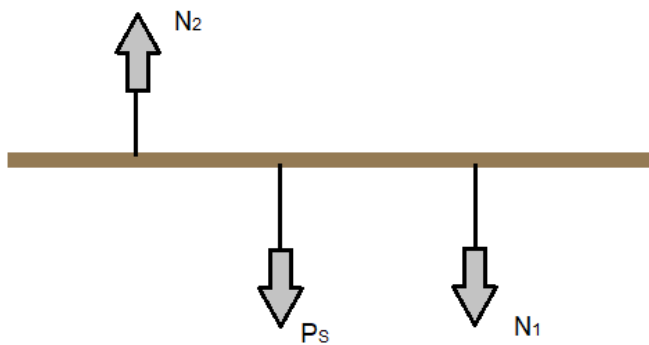


Imagen 13.- Diagrama de cuerpo del suelo S .

En este caso se ha considerado una determinada porción del suelo que tiene una cantidad de masa. Sobre el suelo actúan la reacción de la fuerza normal N_1 , el peso de la porción del suelo P_s y la fuerza de contacto que existe entre esta capa de suelo y la siguiente N_2 (aquí se considera la siguiente capa como si fuera la tierra).

Para terminar se muestran las fuerzas que actúan sobre la Tierra T :

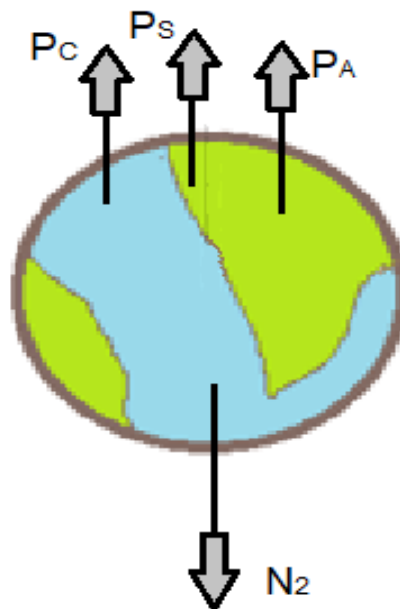


Imagen 14.- Diagrama de cuerpo libre para la tierra.

Las fuerzas que actúan sobre la tierra son las tres fuerzas de reacción del peso debido a los 3 cuerpos anteriores P_A , P_C y P_S y la reacción de la fuerza de contacto entre el suelo y la tierra N_2 .

Antes de proseguir, se resumirá en la siguiente tabla qué significa cada una de las fuerzas que aparecen:

Fuerza	Símbolo
Fuerza de contacto entre el bloque A y la cuña C	N
Fuerza peso del bloque A	P_A
Fuerza peso de la cuña C	P_C
Fuerza peso del suelo S	P_S
Fuerza de rozamiento entre el bloque A y la cuña C	f
Fuerza de contacto entre la cuña y el suelo	N_1
Fuerza de contacto entre el suelo y las capas inferiores	N_2

Tabla 1.- Símbolos utilizados para las fuerzas.

En este punto, ya se tienen reflejadas todas las fuerzas que actúan sobre cada uno de los cuerpos. Queda por realizar una tabla donde se reflejen todas las parejas acción-reacción:

Bloque (A)	Cuña (C)	Suelo (S)	Tierra (T)
N	N_1	N_2	P_C
P_A	f	N_1	P_S
f	P_C	P_S	P_A
	N		N_2

Tabla 2.- Relación de fuerzas y cuerpos.

Mediante este ejemplo se ha pretendido mostrar cómo es la metodología propuesta para conseguir erradicar errores conceptuales derivados de la tercera ley de Newton desde una perspectiva práctica.

6.- DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Uno de los grandes problemas que tiene la educación, pero sobre todo es en el área de ciencias, es que existe una gran dificultad para transmitir los conceptos más básicos y que tenga lugar la comprensión real de los mismos por parte del alumno. El problema, generalmente persiste pese al método didáctico utilizado, la procedencia del alumno o el país y es debido a que existen las denominadas ideas alternativas, que se encuentran interiorizadas no solamente por el alumno si no que en algunas ocasiones por los profesores que imparten la asignatura.

A lo largo del presente trabajo se ha analizado cuales son los orígenes y las características de los errores conceptuales y se ha propuesto una metodología para erradicar los errores más comunes que existen en torno a la tercera ley de Newton, y que fundamentalmente radica en que el alumno no es capaz de ubicar cuales son las parejas de fuerzas. Se ha podido comprobar que el método propuesto es más laborioso que el habitual pero consigue ser un método eficaz para que el alumno ubique la pareja de fuerzas en situaciones que no había estudiado antes.

Personalmente pienso que debe existir cierta analogía entre aprender resolver operaciones aritméticas y en utilizar las leyes de Newton, es decir, cuando resolvemos estas operaciones, por muy difíciles que sean, sabemos realizarlas adecuadamente porque tenemos bien interiorizadas las reglas que debemos utilizar. Con las leyes de Newton debería ser lo mismo, una vez que estén bien comprendidas, el alumno debe saber plantear adecuadamente las diferentes ecuaciones sin tener en cuenta la dificultad del problema y para ello es necesario una buena metodología didáctica por parte del profesor y trabajo individual del alumno para adquirir los conocimientos de forma adecuada al igual que hizo con la aritmética.

Para concluir este trabajo, el método propuesto no pretende ser la forma en la que habitualmente los alumnos resuelvan los problemas sino que debería ser una metodología utilizada por el profesor como recurso didáctico para resolver problemas y ejercicios de las leyes de Newton e incluso los alumnos las primeras veces que se enfrenten a problemas de esta naturaleza. Una vez que el alumno

este seguro de que ha comprendido adecuadamente las leyes de Newton puede realizar los ejercicios de la forma habitual siempre que tenga en la cabeza donde se encuentran todas las parejas de acción y reacción.

7.- REFERENCIAS

Acevedo, J. A., Bolívar, J. P., (1989). *Sobre las concepciones en Dinámica elemental de los adolescentes formales y concretos y el cambio metodológico*. Enseñanza de las ciencias

Acevedo Díaz, J.A., (1989). *Comprensión newtoniana de la caída de cuerpos. Un estudio de su evolución en el bachillerato*. Enseñanza de las Ciencias, 7(3), pp. 241-246.

Carrascosa, J., (1985). *Errores conceptuales en la enseñanza de la física y la química: una revisión bibliográfica*. Enseñanza de las Ciencias, vol. 3, nº 3, p.230-234.

Cubero, R., (1994). *Concepciones alternativas, preconceptos, errores conceptuales... ¿Distinta terminología y un mismo significado?* Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación, Básica y Metodología, Universidad de Sevilla.

Fernández, J.M., (1987). *Estudio del grado de persistencia de ciertos preconceptos sobre la estática de fluidos en alumnos de 2º curso de BUP*. Enseñanza de las Ciencias, 5(1), pp. 27-32.

Gil Pérez, D., (1987). *Los errores conceptuales como origen de un nuevo modelo didáctico: de la búsqueda a la investigación*. Universidad autónoma de Barcelona. Investigación en la Escuela, nº1.

Harres, J. B. S., (2005). *La física de la fuerza impresa como referente para la evolución de las ideas de los alumnos*. Centro Universitário Univates. Brasil. Enseñanza de las Ciencias. Número extra. VII Congreso.

Hierrezuelo, J., Molina, E., Guillén J., (1987). *La influencia de las ideas previas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Un ejemplo: La formación del concepto de fuerza en segundo de BUP*. Actas de las V jornadas de Estudio sobre la Investigación en la Escuela, Sevilla.

MC Dermott, L.C., (1984). *Review of Research in the Domain of Mechanics*. Research on Physics Education. (Editions du C.N.R.S.: París), pp. 139-182.

Mora, C. y Benítez, Y., (2007). *Errores conceptuales sobre fuerza y su impacto en la enseñanza*. Rev. Cub. Física vol. 24 No. 1 p.41-45.

Sebastia, J.M., (1984). *Fuerza y movimiento: la interpretación de los estudiantes*. Enseñanza de las Ciencias, 2(3), pp. 161-169.

Solbes Matarredona, J., Montserrat, R., Furió Más, C. (2007) *Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza*. Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. n. 21, p.91-117.

Soler Ruiz, J., (2016). *Detección y corrección de ideas previas erróneas en la praxis docente de la física con apoyo de las TIC* (Tesis doctoral). Universidad de Barcelona.

Solis Villa, R., (1984). *Ideas intuitivas y aprendizaje de las ciencias*. Enseñanza de las ciencias, p.83-89.

Viennot, L., (1979). *Le Raisonnement Spontané en Dynamique Élémentaire* (Tesis doctoral). Paris: Herman.